

**Partial English Translation of**  
**LAID OPEN unexamined**  
**JAPANESE PATENT APPLICATION**  
**Publication No. 09-219567**

[0013] As shown in Figure 1, in the AlGaInP-based semiconductor laser according to the first embodiment, an n-type GaAs buffer layer 2, an n-type AlGaInP cladding layer 3, a non-doped AlGaInP layer 4, an active layer 5 formed of, for example, non-doped GaInP, a non-doped AlGaInP layer 6, a p-type AlGaInP cladding layer 7, a p-type GaInP contact layer 8, and a p-type GaAs cap layer 9 are sequentially formed on an n-type GaAs substrate 1. The upper part of the p-type AlGaInP cladding layer 7, the p-type GaInP contact layer 8 and the p-type GaAs cap layer 9 each have a striped pattern extending in one direction. Further, n-type GaAs current block layers 10 are formed on both sides of the upper part of the p-type AlGaInP cladding layer 7, the p-type GaInP contact layer 8 and the p-type GaAs cap layer 9 which have the striped pattern. Furthermore, a p-side electrode 11 such as a Ti/Pt/Au electrode is formed on the p-type GaAs cap layer 9 and the n-type GaAs current block layer 10 and an n-side electrode 12 such as an In electrode is formed on the reverse of the n-type GaAs substrate 1. In the first embodiment, a first part 7a of the p-type AlGaInP cladding layer 7, which is in contact with the non-doped AlGaInP layer 6, is lightly doped with a p-type impurity, Mg while a second part 7b, which is the rest of the p-type AlGaInP cladding layer 7, is heavily doped with Zn. The first part 7a has a carrier concentration of, for example, approximately  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  and the second part 7b has a carrier concentration of, for example, approximately  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ .

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-219567

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl. H01S 3/18  
H01L 33/00

(21)Application number : 08-049552

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 13.02.1996

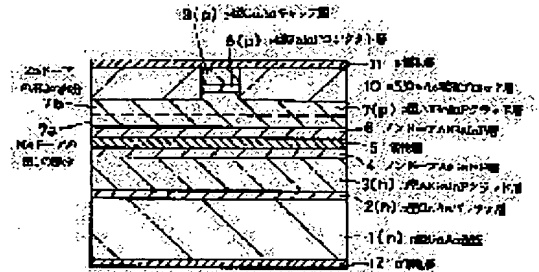
(72)Inventor : ISHIKAWA HIDETO

## (54) SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To get favorable laser property and perform laser oscillation without hindrance by providing a p-type clad layer with a first section doped with Mg as p-type impurities, and a second section doped with Zn as p-type impurities.

**SOLUTION:** An n-type GaAs current block layer 10 is buried in a p-type GaInP contact layer 8 and a p-type GaAs cap layer 9, the upper parts of a p-type AlGaInP clad layer 7. A p-type electrode 11 is provided on the p-type GaAs cap layer 9 and the n-type GaAs current block layer 10, and an n-type GaAs substrate 1 is provided with an n-type electrode 12. A first section 7a in contact with a nondoped AlGaIn layer 6 is doped in low concentration with Mg of p-type impurities, and the second section 7b is doped in high concentration with Zn. By the above, favorable laser property can be obtained by effectively preventing the Zn in the p-type clad layer from penetrating into the active layer. Moreover, the series resistance can be made lower enough, whereby laser oscillation can be performed without hindrance.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	24.05.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	abandonment
[Date of final disposal for application]	20.04.2005
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219567

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18			H 0 1 S 3/18	
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-49552

(22) 出願日 平成8年(1996)2月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 石川 秀人

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

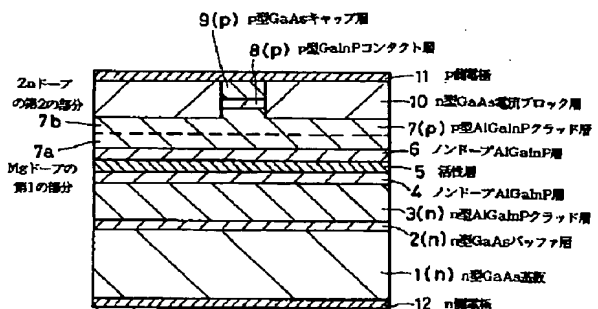
(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】 p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを有効に防止することができ、しかもp型クラッド層の直列抵抗を十分に低くすることができるAlGaInP系の半導体レーザを提供する。

【解決手段】 AlGaInP系の半導体レーザにおいて、p型AlGaInPクラッド層7のうちの活性層5側の第1の部分7aにp型不純物としてMgをドーピングし、残りの第2の部分7bにp型不純物としてZnをドーピングする。第1の部分7aにはMgに加えて非常に低濃度のZnをドーピングしてもよい。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層をn型クラッド層とp型クラッド層とによりはさんだ構造を有するAlGaInP系の半導体レーザにおいて、

上記p型クラッド層に上記活性層側から見て第1の部分および第2の部分が順次設けられ、

上記第1の部分にp型不純物としてMgがドーパされ、上記第2の部分にp型不純物としてZnがドーパされていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 上記p型クラッド層の上記第2の部分のキャリア濃度は上記p型クラッド層の上記第1の部分のキャリア濃度よりも高いことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項3】 上記活性層と上記n型クラッド層との間および上記活性層と上記p型クラッド層との間に上記n型クラッド層および上記p型クラッド層とほぼ同一組成のノンドープ層がそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項4】 上記n型クラッド層、上記p型クラッド層および上記ノンドープ層はそれぞれAlGaInPからなることを特徴とする請求項3記載の半導体レーザ。

【請求項5】 活性層をn型クラッド層とp型クラッド層とによりはさんだ構造を有するAlGaInP系の半導体レーザにおいて、

上記p型クラッド層に上記活性層側から見て第1の部分および第2の部分が順次設けられ、

上記第1の部分にp型不純物としてMgおよびZnがドーパされ、上記第2の部分にp型不純物としてZnがドーパされていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項6】 上記p型クラッド層の上記第2の部分のキャリア濃度は上記p型クラッド層の上記第1の部分のキャリア濃度よりも高いことを特徴とする請求項5記載の半導体レーザ。

【請求項7】 上記活性層と上記n型クラッド層との間および上記活性層と上記p型クラッド層との間に上記n型クラッド層および上記p型クラッド層とほぼ同一組成のノンドープ層がそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項5記載の半導体レーザ。

【請求項8】 上記n型クラッド層、上記p型クラッド層および上記ノンドープ層はそれぞれAlGaInPからなることを特徴とする請求項7記載の半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体レーザに関し、特に、赤色発光のAlGaInP系の半導体レーザに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 AlGaInP系半導体レーザは、赤色発光の可視光半導体レーザとして注目されており、すでに実用化されている。従来、このAlGaInP系半導

2

体レーザの製造においては、n型不純物としてSe、p型不純物としてZnが一般的に用いられている。しかしながら、これらのSeおよびZnはいずれも比較的拡散しやすいため、pn接合の位置を制御するのが容易であるとは言い難い。特に、Znについては、AlGaInP系材料の特徴として高濃度ドーピングが困難であるため、AlGaInP層中に活性化されないZnが比較的多く存在する。そして、このZnが活性層中に拡散により入り込み、レーザ特性の劣化を引き起こしやすいという問題があった。

【0003】そこで、この問題を解決するために、改良が行われている。その一例を図3に示す。図3に示す従来のAlGaInP系半導体レーザにおいては、n型GaAs基板101上に、n型GaAsバッファ層102、n型AlGaInPクラッド層103、ノンドープAlGaInP層104、ノンドープGaInPからなる活性層105、ノンドープAlGaInP層106、p型AlGaInPクラッド層107、p型GaInPコンタクト層108およびp型GaAsキャップ層109が、順次積層されている。ここで、p型AlGaInPクラッド層107の上層部、p型GaInPコンタクト層108およびp型GaAsキャップ層109は一方方向に延びるストライプ形状を有する。また、このストライプ形状のp型AlGaInPクラッド層107の上層部、p型GaInPコンタクト層108およびp型GaAsキャップ層109の両側の部分にはn型GaAs電流ブロック層110が埋め込まれている。そして、p型GaAsキャップ層109およびn型GaAs電流ブロック層110上にp側電極111が設けられ、n型GaAs基板101の裏面にn側電極112が設けられている。

【0004】この場合、p型AlGaInPクラッド層107と活性層105との間に設けられたノンドープAlGaInP層106により、p型AlGaInPクラッド層107中にp型不純物としてドーパされたZnが活性層105中に入り込むのが防止されている。また、n型AlGaInPクラッド層103と活性層105との間に設けられたノンドープAlGaInP層104により、n型AlGaInPクラッド層103中にn型不純物としてドーパされたSeが活性層105中に入り込むのが防止されている。なお、ノンドープAlGaInP層104およびノンドープAlGaInP層106の厚さの制御により、pn接合の位置が制御される。

【0005】しかしながら、上述の図3に示す従来のAlGaInP系半導体レーザにおいては、活性層105中へのZnの入り込みの防止は不十分であった。そこで、図3に示すAlGaInP系半導体レーザを改良したものとして、図4に示すようなAlGaInP系半導体レーザが知られている（例えば、特開平6-140719号公報）。この図4に示すAlGaInP系半導体

レーザは、p型AlGaInPクラッド層107のうちのノンドープAlGaInP層106と接する第1の部分107aにはp型不純物としてZnが低濃度にドーブされ、残りの第2の部分107bにはZnが高濃度にドーブされていることが、図3に示すAlGaInP系半導体レーザと異なる。この場合には、p型AlGaInPクラッド層107のエピタキシャル成長時のZnのドーピングを低濃度と高濃度との二段階に分けて行うことによりpn接合の位置の制御性が高められるとともに、そのZnの高濃度層、すなわち第2の部分107bを活性層105から十分に離すことができることによりこの活性層105中にZnが入り込むのが有効に防止されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の図4に示す従来のAlGaInP系半導体レーザのように、p型AlGaInPクラッド層107のうちのZnが高濃度にドーブされた第2の部分107bを活性層105からできるだけ離そうとすると、p型AlGaInPクラッド層107の直列抵抗が高くなることにより、レーザ発振が起きにくくなってしまいう問題があった。したがって、この発明の目的は、p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを有効に防止することができることにより良好なレーザ特性を得ることができ、しかもp型クラッド層の直列抵抗を十分に低くすることができることによりレーザ発振を支障なく行わせることができるAlGaInP系の半導体レーザを提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意検討を行った結果、p型クラッド層のうちの活性層側の部分のp型不純物として、従来より用いられているZnの代わりに、このZnに比べて化合物半導体の固体中で拡散しにくいMgをp型不純物として用いることが、活性層中へのZnの入り込みを防止するのに有効であることを見出し、この発明を案出するに至った。ここで、このMgは、AlGaInP系材料中にドーブされた場合、Znと同程度のp型伝導性を示すことが確認されている。

【0008】すなわち、上記目的を達成するために、この発明の第1の発明は、活性層をn型クラッド層とp型クラッド層とによりはさんだ構造を有するAlGaInP系の半導体レーザにおいて、p型クラッド層に活性層側から見て第1の部分および第2の部分が順次設けられ、第1の部分にp型不純物としてMgがドーブされ、第2の部分にp型不純物としてZnがドーブされていることを特徴とするものである。

【0009】この発明の第2の発明は、活性層をn型クラッド層とp型クラッド層とによりはさんだ構造を有するAlGaInP系の半導体レーザにおいて、p型クラ

ッド層に活性層側から見て第1の部分および第2の部分が順次設けられ、第1の部分にp型不純物としてMgおよびZnがドーブされ、第2の部分にp型不純物としてZnがドーブされていることを特徴とするものである。

【0010】この発明において、典型的には、p型クラッド層の第2の部分のキャリア濃度はp型クラッド層の第1の部分のキャリア濃度よりも高い。この発明において、典型的には、活性層中への不純物の入り込みの防止やpn接合の位置の制御のために、活性層とn型クラッド層との間および活性層とp型クラッド層との間にn型クラッド層およびp型クラッド層とほぼ同一組成のノンドープ層がそれぞれ設けられる。この発明において、典型的には、n型クラッド層、p型クラッド層およびノンドープ層はそれぞれAlGaInPからなる。

【0011】上述のように構成されたこの発明による半導体レーザにおいては、p型クラッド層の活性層側の第1の部分にZnがドーブされていないか、または、Znがドーブされる場合であっても非常に低濃度で済むことにより、p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを有効に防止することができる。また、p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを防止するためにp型クラッド層の第2の部分の活性層から過度に離す必要がないので、p型クラッド層の直列抵抗を十分に低くすることができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、実施形態の全図において、同一または対応する部分には同一の符号を付す。図1は、この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザを示す。

【0013】図1に示すように、この第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザにおいては、n型GaAs基板1上に、n型GaAsバッファ層2、n型AlGaInPクラッド層3、ノンドープAlGaInP層4、例えばノンドープGaInPからなる活性層5、ノンドープAlGaInP層6、p型AlGaInPクラッド層7、p型GaInPコンタクト層8およびp型GaAsキャップ層9が、順次積層されている。ここで、p型AlGaInPクラッド層7の上層部、p型GaInPコンタクト層8およびp型GaAsキャップ層9は一方に延びるストライプ形状を有する。また、このストライプ形状のp型AlGaInPクラッド層7の上層部、p型GaInPコンタクト層8およびp型GaAsキャップ層9の両側の部分にはn型GaAs電流ブロック層10が埋め込まれている。そして、p型GaAsキャップ層9およびn型GaAs電流ブロック層10上に例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極11が設けられ、n型GaAs基板1の裏面に例えばIn電極のようなn側電極12が設けられている。この第1の実施形態においては、p型AlGaInPクラッド層7

のうちのノンドーパAlGaInP層6と接する第1の部分7aにはp型不純物としてMgが低濃度にドーパされており、残りの第2の部分7bにはZnが高濃度にドーパされている。ここで、第1の部分7aのキャリア濃度は例えば $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度、第2の部分7bのキャリア濃度は例えば $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。

【0014】次に、上述のように構成された第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザの製造方法について説明する。すなわち、図1に示すように、まず、n型GaAs基板1上に、例えば有機金属化学気相成長(MOCVD)法や分子線エピタキシー(MBE)法により、n型GaAsバッファ層2、n型AlGaInPクラッド層3、ノンドーパAlGaInP層4、例えばノンドーパGaInPからなる活性層5、ノンドーパAlGaInP層6、p型AlGaInPクラッド層7、p型GaInPコンタクト層8およびp型GaAsキャップ層9を順次エピタキシャル成長させる。ここで、p型AlGaInPクラッド層7のエピタキシャル成長は二段階に分けて行う。すなわち、第1段階においては、p型不純物としてMgを用いてp型AlGaInPクラッド層7を所定厚さだけエピタキシャル成長させる。この第1段階においてエピタキシャル成長されたp型AlGaInPクラッド層7が上述の第1の部分7aを構成する。次に、p型不純物としてZnを用いて残りのp型AlGaInPクラッド層7をエピタキシャル成長させる。この第2段階においてエピタキシャル成長されたp型AlGaInPクラッド層7が上述の第2の部分7bを構成する。

【0015】次に、p型GaAsキャップ層9上にSiN膜やSiO<sub>2</sub>膜からなるストライプ形状のマスク(図示せず)を形成した後、このマスクをエッチングマスクとして用いてp型AlGaInPクラッド層7の厚さ方向の所定の深さまでエッチングする。これによって、p型AlGaInPクラッド層7の上層部、p型GaInPコンタクト層8およびp型GaAsキャップ層9がストライプ形状にパターンニングされる。次に、上述のマスクを成長マスクとして用いてn型GaAs電流ブロック層10をエピタキシャル成長させて上述のストライプ部の両側の部分を埋める。次に、上述のマスクをエッチング除去した後、p型GaAsキャップ層9およびn型GaAs電流ブロック層10上に真空蒸着法などによりp側電極11を形成するとともに、n型GaAs基板1の裏面に同様に真空蒸着法などによりn側電極12を形成する。以上により、目的とするAlGaInP系半導体レーザが製造される。

【0016】以上のように、この第1の実施形態によれば、p型AlGaInPクラッド層7のうちの活性層5側の第1の部分7aにはp型不純物として拡散しにくいMgがドーパされており、この第1の部分7aには拡散しやすいZnはドーパされていないので、p型AlGa

InPクラッド層7中のZnが活性層5中に入り込むのを有効に防止することができる。このため、良好なレーザ特性を得ることができる。また、活性層5へのZnの入り込みを防止するためにp型AlGaInPクラッド層7のうちのZnが高濃度にドーパされた第2の部分7bを活性層5から過度に離す必要がないので、p型AlGaInPクラッド層7の直列抵抗をレーザ発振に支障が生じない程度に十分に低くすることができる。

【0017】図2は、この発明の第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザを示す。図2に示すように、この第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザにおいては、p型AlGaInPクラッド層7のうちのノンドーパAlGaInP層6と接する第1の部分7aに、p型不純物として、MgおよびこのMgに比べて非常に低濃度のZnがドーパされている。その他のことは、第1の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザと同様であるので、説明を省略する。この第2の実施形態によれば、p型AlGaInPクラッド層7のうちの活性層5側の第1の部分7aにはp型不純物として拡散しにくいMgが主としてドーパされ、拡散しやすいZnは非常に低濃度にしかドーパされていないので、第1の実施形態と同様に、p型AlGaInPクラッド層7中のZnが活性層5中に入り込むのを有効に防止することができる。このため、良好なレーザ特性を得ることができる。また、p型AlGaInPクラッド層7の直列抵抗をレーザ発振に支障が生じない程度に低くすることができることも、第1の実施形態と同様である。これに加えて、この第2の実施形態によれば、p型AlGaInPクラッド層7の第1の部分7a中へのZnドーパ量の調整により、pn接合の位置をより高い制御性で制御することができる。

【0018】以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の第1の実施形態および第2の実施形態においては、ノンドーパGaInPからなる活性層5を用いているが、活性層5の材料としては例えばノンドーパAlGaInPを用いてもよい。また、上述の第1の実施形態および第2の実施形態において用いた電流狭窄構造と異なる電流狭窄構造を用いてもよく、さらには場合によっては電流狭窄構造を用いなくてもよい。さらに、上述の第1の実施形態および第2の実施形態においては、この発明をDH(Double Heterostructure)構造のAlGaInP系半導体レーザに適用した場合について説明したが、この発明は、SCH(Separate Confinement Heterostructure)構造のAlGaInP系半導体レーザや、歪超格子を活性層としたAlGaInP系半導体レーザに適用してもよい。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、この発明による半

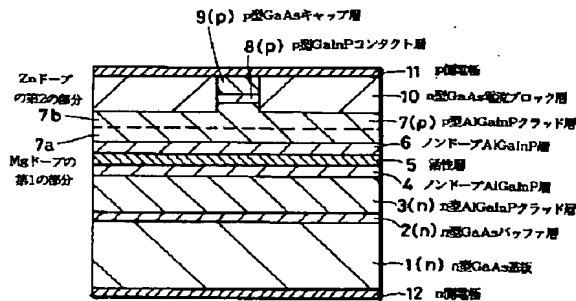
7

導体レーザによれば、p型クラッド層のうちの活性層側の第1の部分にはMgがドーピングされているので、また、この第1の部分にMgおよびZnがドーピングされる場合であってもこのZnは非常に低濃度で済むので、p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを有効に防止することができる。これによって、良好なレーザ特性を得ることができる。また、p型クラッド層中のZnが活性層中に入り込むのを防止するためにp型クラッド層の第2の部分の活性層から過度に離す必要がないので、p型クラッド層の直列抵抗を十分に低くすることができ、これによってレーザ発振を支障なく行わせることができる。

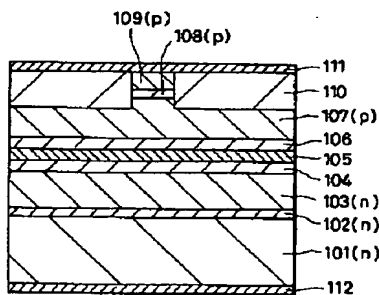
【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施形態によるAlGaIn

【図1】



【図3】



8

P系半導体レーザを示す断面図である。

【図2】 この発明の第2の実施形態によるAlGaInP系半導体レーザを示す断面図である。

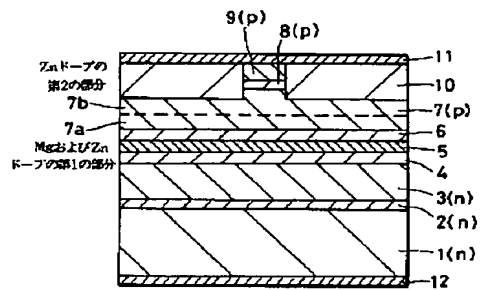
【図3】 従来のAlGaInP系半導体レーザを示す断面図である。

【図4】 従来の他のAlGaInP系半導体レーザを示す断面図である。

【符号の説明】

1・・・n型GaAs基板、3・・・n型AlGaInPクラッド層、4、6・・・ノンドープAlGaInP層、5・・・活性層、7・・・p型AlGaInPクラッド層、7a・・・第1の部分、7b・・・第2の部分、9・・・p型GaAsキャップ層、10・・・n型GaAs電流ブロック層

【図2】



【図4】

